XVIII.

Die Wärmeregulation im höheren thierischen Organismus.

Von

Prof. Ackermann

in Rostock.

Nachstehend habe ich in kurzer Uebersicht die Ergebnisse aus einer Reihe von Beobachtungen zusammengestellt, welche vielleicht dazu beitragen werden, eine auch für die Pathologie höchst gewichtige Frage ihrer Lösung näher zu führen. Eine detaillirte Bearbeitung des Gegenstandes hoffe ich bald nachzuliefern. Die vorliegende Mittheilung enthält von den Experimenten, welche meinen Schlüssen zur Grundlage dienen sollen, nur in ihren Hauptresultaten eine kurze Erwähnung.

I. Keine Thatsache spricht dafür, dass im höheren thierischen oder im menschlichen Organismus irgend ein Vorgang existirt, bei welchem grössere Mengen von Wärme gebunden werden. Es kann daher die über ein gewisses Maass hinausgehende Anhäufung der im Organismus sich fortwährend bildenden Wärme auf keine andere Art, als durch Abgabe derselben an die kälteren Medien der Umgebung verhütet werden.

II. Nur die äussere Haut und die Lungen mit ihren Zu- resp. Ableitungswegen (Bronchien, Trachea, Larynx, Mund- und Nasenhöhle) stehen an ihren Oberflächen in dauernder Berührung mit kälteren Medien. Lässt man die geringfügige Wärmeverminderung, welche durch Einführung kalter Substanzen in die Verdauungswege mindestens auf Augenblicke herbeigeführt werden muss, unberücksichtigt, so kann also die Abkühlung des Organismus nur an der Oberfläche der Haut oder der Respirationsbahnen (Lungen, Bronchien etc.) oder an beiden erfolgen.

III. Experimentell habe ich festgestellt, dass sie an beiden erfolgt. Nämlich:

1. Die Temperatur eines Hundes, welcher sich mit Ausschluss seiner Respirationsöffnungen in einer Atmosphäre befindet, die seiner Körperwärme gleich ist, nimmt schnell und bedeutend zu.

2. Dasselbe geschieht, jedoch weniger schnell, wenn umgekehrt das Thier eine Luft von der Wärme seines Körpers einathmet, ohne gleichzeitig an seiner äusseren Oberfläche einer die gewöhnliche Zimmertemperatur übertreffenden Luftwärme ausgesetzt zu sein.

3. Durch künstliche Respiration mittelst einer Luft von der gewöhnlichen Zimmertemperatur wird die normale Körperwärme des Thieres herabgesetzt oder das Steigen derselben, wenn das Versuchsthier gleichzeitig künstlich erwärmt wird, verlangsamt.

4. Dies geschieht nicht, wenn die Temperatur der durch die künstliche Athmung eingeblasenen Luft eben so hoch ist, wie die des Versuchsthiers.

IV. Da die Wärmeproduction des Organismus das Ergebniss chemisch-mechanischer Vorgänge ist, welche ihrerseits wiederum einer Anzahl von Functionen zum Ausdruck dienen, die in ihrer Grösse sehr umfänglichen und zu einem bedeutenden Theil vom Willen abhängigen Schwankungen unterworfen sind, so kann die Menge der im Organismus producirten Wärme unmöglich immer dieselbe sein, vielmehr muss sie sehr grosse Differenzen zeigen.

V. Die äussere Haut sowohl wie die Athmungsorgane enthalten aber Vorrichtungen, durch welche die dauernd an ihren Oberflächen erfolgende Abkühlung so regulirt wird, dass der gesunde Organismus trotz der Verschiedenheit der von ihm producirten Wärmemengen und trotz der Schwankungen in der Aussentemperatur stets eine annähernd 37 °C. betragende Eigenwärme besitzt.

VI. In der äusseren Haut sind es vorzüglich, ja vielleicht allein, die ihrem eigenen und dem Gewebe ihrer kleineren Arterien angehörigen muskulösen Elemente, welche durch ihren, mit den Schwankungen in der Aussentemperatur sowohl wie in der Eigenwärme des Körpers gleichen Schritt haltenden Contractionsgrad eine Differenz in dem Blutgehalt der äusseren Haut und dadurch ein dem Wärmebedürfniss des Körpers entsprechendes, wechselndes Maass der Abkühlung ermöglichen.

VII. Dass aber auch in den Athmungsorganen ein Regulationsmechanismus für die Temperatur des Körpers vorhanden ist, ergiebt sich aus nachstehenden Thatsachen:

1. Die Respirationsfrequenz eines Hundes, dessen Temperatur durch die Berührung seiner Körperoberfläche mit einer, seine Eigenwärme erreichenden oder übertreffenden Atmosphäre gesteigert wird

nimmt zu und zwar um so mehr, je höher die Temperatur des Thieres steigt, ja sie kann eine so bedeutende werden, dass sie 150 Athemzüge und darüber in der Minute beträgt.

2. Diese Steigerung in der Frequenz des Athmens hat ihren Grund nicht etwa in einem Mangel des Blutes an Sauerstoff oder in einem Ueberfluss desselben an Kohlensäure, sondern allein in der Temperaturerhöhung des Organismus. Es giebt eine reine Wärmedyspnöe. Denn:

a. Wenn man einen stark erwärmten und äusserst frequent athmenden Hund mit Ausschluss der Respirationsöffnungen in kaltes Wasser taucht oder auf andere Art rasch abkühlt, so tritt ebenso rasch (in wenigen Minuten) auch die normale Athemfrequenz wieder bei ihm ein.

b. Wenn man kaltes (2 ^{0}—4 ^{0} C.), defibrinirtes Blut in nicht zu geringer Menge (bei mittelgrossen Thieren etwa 4 Unzen) einem erwärmten und sehr frequent athmenden Hunde rasch gegen die Lungen zu in die Jugularvenen spritzt, so tritt ein zwar schnell vorübergehender, aber deutlicher Nachlass in der Häufigkeit der Respirationsbewegungen ein.

c. Dasselbe geschieht nicht, wenn man eine ebenso grosse Menge von Blut injicirt, welches in seiner Wärme mit der des Thieres im Augenblick der Injection annähernd übereinstimmt.

d. Bei hohen Temperaturen des Thieres hat die künstliche Respiration auf die Frequenz seiner selbständigen Athemzüge selbst dann keinen merklichen Einfluss, wenn in Folge des Lufteinblasens das Blut in den Venen eine hellrothe Farbe zeigt, während durch die künstliche Respiration bei niedrigeren Temperaturen des Thiers, das Athmen in seiner Häufigkeit sehr herabgesetzt und bei gewöhnlicher Temperatur bekanntlich sogar ganz zum Stillstand gebracht werden kann.

VIII. Die in und zwischen den Kleidern oder Haaren des menschlichen oder thierischen Organismus sich stets ansammelnde, nur wenig unter der Temperatur desselben stehende Wärmeschicht kann in ihrer Höhe durch die Contraction oder Relaxation der Muskelelemente der Cutis und ihrer Arterien nur indirect und langsam beeinflusst werden. Es würde daher bei hoher Temperatur dieser Umgebungsschicht und gleichzeitig gesteigerter Wärmeproduction des Organismus die Eigenwärme desselben zu- und umgekehrt abnehmen, wenn nicht die Athmungsorgane in ihren Bewegungsvorrichtungen einen Regulationsapparat besässen, mittelst dessen sie durch Fortschaffung von warmer und durch Zufuhr von kühler Luft der

jedesmaligen Bedürfnissgrösse des Körpers nach Abkühlung entsprechen können.

IX. Wegen der grossen Ausdehnung, in welcher die äussere Haut von einem abkühlenden Medium umgeben wird, ist es indessen sehr wahrscheinlich, dass von ihr die Abkühlung des Organismus im Grossen und Groben besorgt wird und dass die Athmungsorgane, welche vermöge ihrer Ventilationsvorrichtung im Stande sind, das Bedürfniss des Augenblicks schneller zu erfüllen, mehr die Aufgabe haben, die feineren Schwankungen in der Nähe des normalen Wärmegrades des Körpers auszugleichen und unter Umständen ergänzend für die äussere Haut einzutreten.

X. Die durch Einwirkung einer Luft von etwa 40° C. erwärmten Hunde starben (d. h. hörten auf zu athmen) in meinen Beobachtungen, wenn ihre Temperatur eine Höhe von 43°,6—45°,1 C. erreicht hatte. Bei den kurz darauf vorgenommenen Sectionen zuckten die willkürlichen Muskeln und das Herz auf elektrische Reize, auch der Vagus war reizbar, nur das Zwerchfell zog sich constant weder auf directen Reiz noch auf Reizungen des Phrenicus zusammen.

XI. Von anderen Thatsachen, welche ebenfalls dafür sprechen, dass die Eigenwärme des Organismus zum Theil vermittelst der Athmungsorgane herabgesetzt wird und dass die durch dieselben erfolgende Abkühlung in ihrer Grösse sich dem jedesmaligen Bedürfniss des Körpers anschliesst, führe ich noch folgende auf:

1. Das Blut des rechten Herzens und der Cava inferior ist, wie verschiedene Beobachter übereinstimmend nachgewiesen haben, etwas wärmer, als das des linken.

2. Anstrengende Bewegungen erzeugen im kalten Bade eine unverhältnissmässig geringe Dyspnöe.

3. Stark behaarte Thiere (Hunde) athmen schon in grösserer Sommerwärme bei ruhigem Verhalten oft mit sehr hoher Frequenz.

4. Auch die febrile Respirationsbeschleunigung hat ihren Grund wahrscheinlich in der höheren Körpertemperatur. Mindestens ist eine andere Ursache für dieselbe bis jetzt noch nicht erwiesen.

XII. Die sogenannten postmortalen Temperatursteigerungen werden in sehr einfacher Art dadurch erklärt, dass bei einer den letzten Athemzug noch überdauernden, wenn auch verminderten Wärmebildung die Wärmeabgabe durch das Aufhören der Respiration und die gewöhnlich gleichzeitig eintretende Anämie der äusseren Haut in hohem Grade beschränkt wird.

Schliesslich gebe ich noch eine kurze Beschreibung von der Methode, welche ich zur Erwärmung der Versuchsthiere (Hunde) benutzt habe. Dieselben wurden auf dem Experimentirtisch in der Rückenlage befestigt. Unter der mit zahlreichen grossen Löchern versehenen Platte des Tisches war ein in seinem Umfange der Grösse dieser Platte entsprechender hölzerner, im Innern mit Zink bekleideter Kasten ohne Deckel angehakt, in welchem mittelst einer Gasleitung eine Anzahl von Flammen entzündet wurde. Von oben her wurde über das Thier eine Art Dach gestülpt, dessen seitliche Wände aus Holz mit einigen Glasfenstern bestanden, während die quer über das Thier und den Tisch verlaufenden Giebelseiten des Daches durch wollene Decken verschlossen waren. Das vordere oder hintere Leibesende des Thieres liess sich durch Verschiebung dieses Daches oder Deckels leicht zugänglich machen. In dem oberen Brett desselben befand sich ein in sein Inneres hineinragendes Thermometer. Die Luft in diesem Apparat konnte durch die Gasflammen schnell erwärmt und durch Regulirung des Gaszuflusses leicht in einer beliebigen Temperaturhöhe constant erhalten werden. Die Wärmebestimmungen des Thiers wurden sämmtlich im Rectum ausgeführt, in welchem das Thermometer während der ganzen Beobachtungszeit unverändert liegen blieb.

Rostock, d. 24. September 1866.